



도자기의 이해와 식품용기 응용

Ceramic products and Food Packaging

김 형 태 / 요업기술원 구조세라믹부 부장

1. 도자기(세라믹) 이해

도자기는 인류문명 태동 및 발전과 역사를 같이 해 온 발명품으로서 각종 그릇, 특히 식품을 저장하는 용기로 오래전부터 이용되어왔다. 우리가 흔히 듣는 세라믹이라는 어원과 같은 의미를 가진다.

우리나라의 도자기 역사는 특히 오래고도 찬란하여 선사시대 토기로부터 청자, 백자, 분청사기 그리고 전통용기 등으로 변천하여 왔는데 모든 경우가 우리만의 독창성을 가진 실용적인 용기로, 소박하면서도 멋을 가진 생활용품으로 전래되고 있다. 또한 도자기만큼 지배층이나 피지배층, 도시나 시골 전 계층의 사람들의 생활 속에 녹아 삶과 꿈을 담고 있는 것은 드물 것이다. 그리고 어느 생활도구 보다도 유물로 및 문화재로서 많이 남아있고 각 시대를 대표하기도 한다.

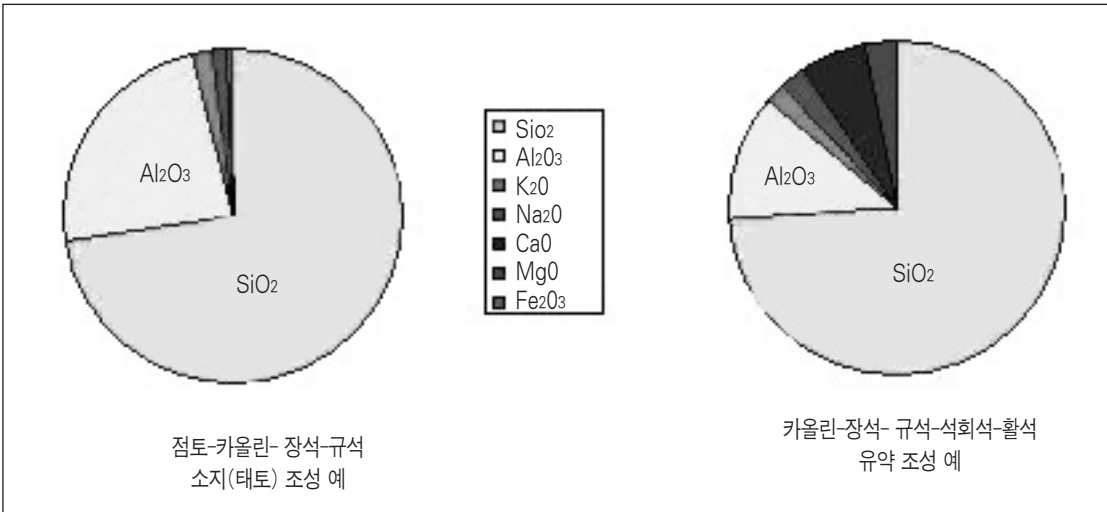
도자기는 도기와 자기의 합성된 일컬음인데 굽는 온도에 따라 구분한다. 대략 600℃부터 1300℃의 범위에 걸쳐 도자기제품은 토기, 도

기, 석기, 자기의 순서로 점차 고온에서 구워진다. 도자기의 원료는 지각에 가장 흔하게 존재하는 금속산화물 즉, 흙이 주성분이다. 지구상에 가장 많은 성분인 실리콘과 알루미늄의 산화물로 이루어져있는 점토, 장석, 도석질 광물이 그대로 도자기재질의 90%이상을 차지하는 주성분이 되고 철, 칼슘, 나트륨, 칼륨, 마그네슘 등의 금속 산화물이 각각의 특성을 발현하는 역할을 하기위해 혼입된다.

적절히 조합된 각 성분은 도자기의 몸체를 형성하기 위하여 가소성, 즉 성형성을 가지도록 분쇄되고 숙성된다.

이렇게 만들어진 흙은 소지 또는 태토라고 불리며 수동으로 성형하거나 틀을 이용하여 자동으로 다양한 형상으로 제조되고 건조과정을 거친다. 건조된 것은 1000도 근방의 온도에서 초별구이를 하는데 토기의 경우 이 공정을 거쳐 바로 제품으로 출하하며 물이 잘 스미는 화분, 의료용품 등이 그러한 것이다. 용기도 초별과정이 없이 단번에 굽는데 1200도 이상에서 굽는다.

[그림 1] 소지 및 유약 구성 성분



초벌이 끝난 반제품은 모양을 다듬는 정형과정을 거친 후 표면의 질감을 만들고 색을 입히는 유약장식을 한다. 이렇게 옷이 입혀진 것은 전기, 석유, 가스, 나무 등을 연료로 하는 가마에서 보통 1200~1300도의 고열로 구워져서 마무리 되는데 이때 도자기는 단단해지고 불투수성이 되며 오염을 방지할 수 있는 매끄러운 표면을 가지며 완성품이 된다. 경우에 따라 무늬를 붙이고 새로운 장식을 한 후 낮은 온도로 3차 열처리를 하기도 한다.

도자기의 제조에 관한 이해는 대략 위와 같으며 용기, 도기, 자기 등으로 구분함에 따라 제조공정과 굽는 온도가 다소 차이가 날 뿐이다.

도자기는 제품의 종류에 따라 표면의 유약이 완벽히 녹아 도포되고 몸체의 재질도 치밀하여 흡수율 0%의 매우 밀도가 높은 것이 존재하는 반면 적절히 통기성 및 흡수성을 가지는 표면과 몸체를 지니기도 한다.

2. 식품용기 응용

도자세라믹 용기는 다양한 형태로 식품의 보존, 장식 및 조리에 이용될 수 있다.

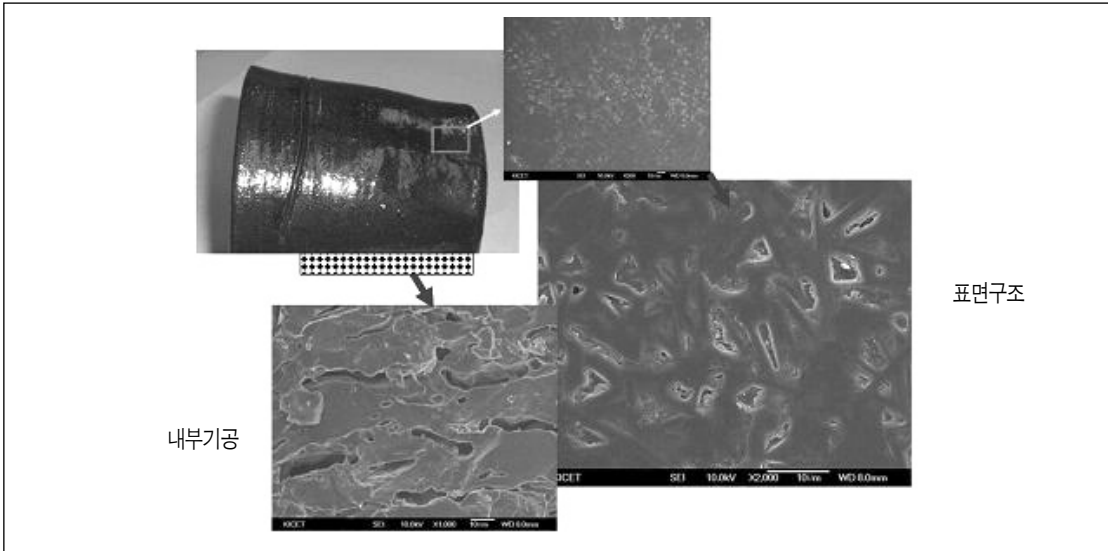
보존의 측면에서 중요한 기능은 장 단기지장용, 발효용으로 대별하게 되며 조리 용기로는 직간접가열매개체로 사용함을 말한다.

1) 식품보존 우수성

고대인 들은 유약을 바르지 않은 상태의 제품이 우연히 미발아 상태의 곡물저장에 효과적임을 알게 되었는데 이것이 바로 도자용기의 숨쉬는 기능과 결부된다고 할 수 있다. 지나치게 치밀화 되지 않은 도자기 몸체는 수mm 내지는 수μm 단위의 기공통로를 지니고 있어서 적절한 기체 분자 투과성을 가지게 되며 이로 인해 생물 대사 과정에서 발생한 가스가 몸체를 통해 드나드는 식의 눈에 보이지 않는 미세한 효과가 나타날 수 있다. 그리하여 장기간의 저장을 요구하는 식품



[그림 2] 용기 표면 및 내부미세 구조



등의 보존에 적합한 상황이 된다. 또한 공기 중의 수분을 흡수하고 필요시 방출하기도하며 용기내부의 습도를 제어하는 기능은 식품의 신선도 유지에 도움을 준다.

아울러 기본적으로 주과장대(10um 근방)에서 흑체대비 90%를 넘는 원적외선 방사율을 보이고 여타 식품용기로 사용되는 재료들에 비해 다수의 음이온을 방출하는 기능을 가진 도자용기들은 그러한 보존성을 더욱 배가할 수 있을 것이다. 유기화합물 분자의 공명을 유도하여 물질의 대사를 활발하게 하는 원적외선 및 세포의 신진대사를 촉진하는 공기비타민인 음이온의 이점은 근래에 들어서 이미 여러 분야에서 증명된 바 있다. 이상은 건조한 상태의 식품보존용기로의 기능을 살펴보았다.

우리의 조상들은 예로부터 집안의 일정한 실외공간에 장독대를 설치하여 장기간식품보존은

물론 발효식품을 보관하여 왔다. 이때 도자기장독(용기)이 없었더라면 여러모로 어려웠을 것이다.

용기가 우수한 액체식품의 저장성을 가지며 발효용기로서 적합한 것은 미세하게 일어나는 선택적 액체투과성에서 기인하며 원리는 앞서 언급한 바와 같이 몸체의 다공성과 연계되는 특성으로 이때 관계하는 기공의 크기는 10nm 근방의 미세기공을 기초로 한다. 미세기공의 역할은 기체, 액체의 투과 뿐 아니라 가스흡착으로 인한 발효를 제어할 수 있는 생물학적기능을 하며, 제품 내면의 다소 큰 기공이나 굴곡을 가진 표면은 발효 미생물 부착, 서식환경을 조성하여 숙성과정 중에 보탬을 주게 된다.

이러한 기공을 가진 구조적 특성은 외기에 노출되거나 땅에 파묻혔을 때 주위 기온변화에 대해 지연 반응하여서 하루 중 또는 연중 변화하는

[그림 3] 내열자기 사례와 그 미세구조



일기에 따라 내용물의 온도가 급격히 변화하는 것을 막아주고 보온의 역할을 하게 된다. 이때 기공율과 소재의 두께가 중요한 인자가 된다.

우리의 음식물은 수분이 많고 발효 시에는 강한 산성 화학물질도 발생하기 때문에 보존용기는 가혹한 조건에 있게 되지만 도자용기는 안정성을 가지고 사용될 수 있다.

세라믹 제품은 일반적으로 내산, 내알칼리성이 우수하고 강하게 용착된 유약표면에서는 어떠한 유해물질도 녹아나오지 않기 때문에 일반 포장용기 재료보다 안전한 것이라고 하겠다.

용기 이외에 일반 도자용기들도 공히 전술한 바와 같은 안정성과 보온, 원적외선, 음이온 방출 등 기본적인 우수특성을 가지고 금속, 플라스틱, 나무 등의 재질이 감당할 수 없는 사용처에 적절히 이용될 수 있고 자체의 용기망실(산화, 노화 등)도 거의 없으므로 완전한 보존성 용기로 인정받음에 손색이 없다.

근래에 들어서 주거생활이 도시화되고 기능성 전자제품의 발달에 따라 플라스틱 및 금속제 내

부용기들이 가정에 많이 보급되고 있었으나 웰빙문화의 확산은 포름알데히드, 프탈레이트, 중금속 등의 용출을 우려하게 되었고, 다시금 도자 세라믹용기 즉, 장독용 용기항아리를 비롯 식기, 물그릇, 토기, 냉장고용 세라믹용기 등의 향수를 불러오고 있는데 이는 자연스러운 현상이라 할 수 있을 것이다.

2) 조리용기

우리나라 음식은 수분이 많은 것과 더불어 이들을 수시로 즉석가열하면서 섭취한다는 특징이 있다. 구이, 훈제 등이 아닌 탕으로 끓이는 과정이 대부분으로 식사 진행시 그에 알맞은 깊이가 있는 그릇과 내열성을 가진 용기가 필요하다. 즉 서양의 요리가 오븐 등을 이용하고 조리용기와 섭취용 접시가 구분되어 있는데 비해 우리의 식문화는 모듬식 또는 개별적으로 끓이며 그릇 자체를 직접 섭취용기로 이용하는 경우가 많은 것이다.

이러한 조건에 사용할 수 있는 용기의 성질은 내열성, 열충격성, 보온성, 인체무해성, 화



[그림 4] 식품 보존 용기로 사용되는 도자기



학적 안정성 그리고 자체의 내구성 등을 논할 수 있다.

세라믹 용기의 내열성은 이미 확보된 것으로 여간해서 직화 가열 시에 변형이 없으며 음식물의 조리온도에서는 녹지 않는다. 열충격성이 관건인데 이는 열팽창 정도를 낮춤으로서 개선이 가능하며 활석질 소재, 리튬계장석 등을 이용하여 급격한 온도변화에도 견디는 소재를 개발하여 왔다.

현재 생산되는 국산 고급내열자기는 기준내열 충격온도 280℃를, 일반오븐자기는 120℃를 충분히 상회하고 있다. 일정한 두께를 가지며 밀도를 제어한 내열용기는 보온성도 뛰어나, 음식의 온도를 장시간 유지시켜 준다.

아울러 세라믹용기는 가열되면 많은 원적외선을 방출하여 금속제품과 견주어 불때 효과적으로 단시간 내에 골고루 가열되는 특성을 보인다.

발효 및 보존용기와 마찬가지로 직화용 또는 전자렌지용 도자세라믹용기도 화학적 반응은 발생하지 않으며 중금속 등의 용출로 인체에 해를 끼치는 일은 없다.

이러한 용기의 예는 내열뚜뚱배기, 약탕기, 직화

냄비, 오븐 및 렌지용그릇, 증류고리 등이 있다.

3) 미래형 도자세라믹용기

식품보존 및 가열용기로서 우수한 특성을 가진 세라믹 제품은 타 소재와 더불어 그 장점을 더욱 살려 개선해나갈 여지가 많다. 제품의 경박화, 항균기능성, 방오성 그리고 미려한 디자인 등은 현대생활에 부합하여 요구되는 특성들이다.

아직 무거운 편인 세라믹용기는 사용하기에 적합한 기계적 강도를 가지면서도 얇고 가볍게 만들어지면 좋을 것이고, 이에 대한 연구는 고알루미나질 재료 등을 사용하여 성공하고 있다. 항균성은 음식물 용기로서 무척 중요한 인자인데 은, 구리, 백금 등의 금속 나노입자를 분산시킨 유약을 표면에 코팅하여 녹아나지는 않으면서 항균, 항곰팡이 특성을 가지게 한 식기들이 제조되고 있다.

생활의 편의성을 위해 사용하는 식기세척기는 눌러 붙은 음식, 기름진 오염 등에 취약한데, 세라믹용기의 표면을 최대한 평탄하게하고 친수성을 제어하여 세척을 매우 쉽게 하는 방오기능을 부여하기도 한다. 아울러 인체공학적이면서도 미려하고 제조공정이 간단한 실용적인 용기 디자인이 필수적임은 당연한 사실이다. ☞

[그림 3] 내열자기 사례와 그 미세구조



일기에 따라 내용물의 온도가 급격히 변화하는 것을 막아주고 보온의 역할을 하게 된다. 이때 기공율과 소재의 두께가 중요한 인자가 된다.

우리의 음식물은 수분이 많고 발효 시에는 강한 산성 화학물질도 발생하기 때문에 보존용기는 가혹한 조건에 있게 되지만 도자용기는 안정성을 가지고 사용될 수 있다.

세라믹 제품은 일반적으로 내산, 내알칼리성이 우수하고 강하게 용착된 유약표면에서는 어떠한 유해물질도 녹아나오지 않기 때문에 일반 포장용기 재료보다 안전한 것이라고 하겠다.

용기 이외에 일반 도자용기들도 공히 전술한 바와 같은 안정성과 보온, 원적외선, 음이온 방출 등 기본적인 우수특성을 가지고 금속, 플라스틱, 나무 등의 재질이 감당할 수 없는 사용처에 적절히 이용될 수 있고 자체의 용기망실(산화, 노화 등)도 거의 없으므로 완전한 보존성 용기로 인정받음에 손색이 없다.

근래에 들어서 주거생활이 도시화되고 기능성 전자제품의 발달에 따라 플라스틱 및 금속제 내

부용기들이 가정에 많이 보급되고 있었으나 웰빙문화의 확산은 포름알데히드, 프탈레이트, 중금속 등의 용출을 우려하게 되었고, 다시금 도자 세라믹용기 즉, 장독용 용기항아리를 비롯 식기, 물그릇, 토기, 냉장고용 세라믹용기 등의 향수를 불러오고 있는데 이는 자연스러운 현상이라 할 수 있을 것이다.

2) 조리용기

우리나라 음식은 수분이 많은 것과 더불어 이들을 수시로 즉석가열하면서 섭취한다는 특징이 있다. 구이, 훈제 등이 아닌 탕으로 끓이는 과정이 대부분으로 식사 진행시 그에 알맞은 깊이가 있는 그릇과 내열성을 가진 용기가 필요하다. 즉 서양의 요리가 오븐 등을 이용하고 조리용기와 섭취용 접시가 구분되어 있는데 비해 우리의 식문화는 모듬식 또는 개별적으로 끓이며 그릇 자체를 직접 섭취용기로 이용하는 경우가 많은 것이다.

이러한 조건에 사용할 수 있는 용기의 성질은 내열성, 열충격성, 보온성, 인체무해성, 화



[그림 4] 식품 보존 용기로 사용되는 도자기



학적 안정성 그리고 자체의 내구성 등을 논할 수 있다.

세라믹 용기의 내열성은 이미 확보된 것으로 여간해서 직화 가열 시에 변형이 없으며 음식물의 조리온도에서는 녹지 않는다. 열충격성이 관건인데 이는 열팽창 정도를 낮춤으로서 개선이 가능하며 활석질 소재, 리튬계장석 등을 이용하여 급격한 온도변화에도 견디는 소재를 개발하여 왔다.

현재 생산되는 국산 고급내열자기는 기준내열 충격온도 280℃를, 일반오븐자기는 120℃를 충분히 상회하고 있다. 일정한 두께를 가지며 밀도를 제어한 내열용기는 보온성도 뛰어나, 음식의 온도를 장시간 유지시켜 준다.

아울러 세라믹용기는 가열되면 많은 원적외선을 방출하여 금속제품과 견주어 불때 효과적으로 단시간 내에 골고루 가열되는 특성을 보인다.

발효 및 보존용기와 마찬가지로 직화용 또는 전자렌지용 도자세라믹용기도 화학적 반응은 발생하지 않으며 중금속 등의 용출로 인체에 해를 끼치는 일은 없다.

이러한 용기의 예는 내열뚜껑배기, 약탕기, 직화

냄비, 오븐 및 렌지용그릇, 증류고리 등이 있다.

3) 미래형 도자세라믹용기

식품보존 및 가열용기로서 우수한 특성을 가진 세라믹 제품은 타 소재와 더불어 그 장점을 더욱 살려 개선해나갈 여지가 많다. 제품의 경박화, 항균기능성, 방오성 그리고 미려한 디자인 등은 현대생활에 부합하여 요구되는 특성들이다.

아직 무거운 편인 세라믹용기는 사용하기에 적합한 기계적 강도를 가지면서도 얇고 가볍게 만들어지면 좋을 것이고, 이에 대한 연구는 고알루미나질 재료 등을 사용하여 성공하고 있다. 항균성은 음식물 용기로서 무척 중요한 인자인데 은, 구리, 백금 등의 금속 나노입자를 분산시킨 유약을 표면에 코팅하여 녹아나지는 않으면서 항균, 항곰팡이 특성을 가지게 한 식기들이 제조되고 있다.

생활의 편의성을 위해 사용하는 식기세척기는 눌러 붙은 음식, 기름진 오염 등에 취약한데, 세라믹용기의 표면을 최대한 평탄하게하고 친수성을 제어하여 세척을 매우 쉽게 하는 방오기능을 부여하기도 한다. 아울러 인체공학적이면서도 미려하고 제조공정이 간단한 실용적인 용기 디자인이 필수적임은 당연한 사실이다. ☐